

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-274811

(43)Date of publication of application : 30.09.1994

(51)Int.Cl.

G11B 5/127

G11B 5/31

H01F 10/16

(21)Application number : 05-058389

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.03.1993

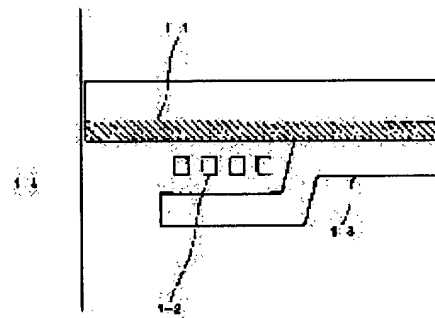
(72)Inventor : TAKAHASHI HIROMASA  
MITSUOKA KATSUYA  
KOMURO MATAHIRO

## (54) PERPENDICULAR MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to execute effective writing in high-density recording by using iron nitride having a prescribed compsn. as a material for the magnetic material part of the magnetic head.

CONSTITUTION: The iron nitride formed by combining nitrogen with Fe is used as a main magnetic pole material in order to generate a large magnetic field at the front end of the main magnetic pole of the perpendicular magnetic head. Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> of the iron nitride has a high saturation magnetic flux density and its density is about  $2.9 \times 10^4$ G. This Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> is obtd. in a relatively short period of time by putting the Fe into plasma of nitrogen and regulating a substrate temp., plasma output and vacuum degree to adequate values. The saturation magnetic flux density increases extremely from 5.0at.% nitrogen quantity and is maximized at 11at.% and is approximated nearly to the value of the Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> at 11at.%. Then the effective writing is executed in the high-density recording by using the iron nitride contg. 5.0 to 12.0at.% nitrogen in the magnetic material part.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The perpendicular magnetic head characterized by using the nitriding iron which contains less than [ more than 5.0at%12.0at% ] for nitrogen as a material of the magnetic-substance section of the aforementioned magnetic head in the magnetic head of vertical magnetic recording which consists of the magnetic substance which turned the magnetic pole in the perpendicular direction to the medium side, and a coil made to generate a magnetic field.

[Claim 2] For the nitriding iron used as the aforementioned perpendicular magnetic-head material in a claim 1, it produces by the method of nitriding Fe film, and the saturation magnetic flux density in a room temperature is more than  $2.2 \times 10^4 \text{G}$   $2.9 \times 10^4 \text{G}$ . The high saturation-magnetic-flux-density nitriding \*\*\*\* production method which is the following.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the magnetic head for record, especially, is easy to manufacture and relates to the magnetic head for vertical magnetic recordings using the main pole material which can make recording density high.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, there are a level magnetization method which uses the residual magnetization of the record medium of a direction level to record intermediation dignity as a signal, and a perpendicular magnetization method using the residual magnetization of a direction perpendicular to this as magnetic-recording method. The former is a method generally used widely. The latter has two kinds, the main pole excitation method which magnetizes a magnetic pole with a direct coil, and the auxiliary magnetic pole excitation method which generates a magnetic field using an auxiliary magnetic pole from the background of a substrate, and has much invention about these methods. The head for magnetic recording using high saturation magnetic flux density has a thing using the main pole of a FeSi system as shown in P219 of the collection (1992) of the 16th Magnetism Society of Japan public performance outlines.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Material, such as nickel-Fe, is used for the perpendicular magnetic head by the conventional invention as a main pole material. Moreover, about the method of two kinds of vertical magnetic recordings mentioned above, a main pole excitation method writes in, and although it is efficient, since the main pole is saturated magnetically, a big magnetic field cannot be generated. On the other hand, although an auxiliary magnetic pole excitation method tends to generate a big magnetic field, it is written in, and it has the demerit in which it is inferior in respect of efficiency or speed. As for this, the same is said of the case of the FeSi system mentioned above.

[0004] By using the material which can generate a big magnetic field by main pole material, the purpose of this invention enables it to generate a big magnetic field also in a main pole excitation method, and is to offer the magnetic head which raised write-in efficiency.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In this invention, in order to make the main pole point of the perpendicular magnetic head as shown in drawing 1 generate a big magnetic field, a large material of saturation magnetic flux density is used for main pole material. The matter (it expresses nitriding iron and Fe-N below) which made Fe combine nitrogen as such matter is used. It is Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> to what has high saturation magnetic flux density in nitriding iron. It is. This matter has abbreviation 2.9x10<sup>4</sup>-G saturation magnetic flux density at a room temperature, and it is the largest by the existing matter. However, this matter requires prolonged heat treatment which carries out vacuum evaporation very slowly (0.1 or less A/sec) on a specific substrate called InGaAs and MgO, or reaches in dozens of hours in an ultra-high vacuum. However, if Fe is put in into the plasma of nitrogen about the method of producing this matter, in suitable substrate temperature, a plasma output, and a degree of vacuum, Fe film can be nitrided in a short time as compared with the conventional producing method. Therefore, the nitrogen volume in a film can be measured to XPS. When it depends on this, as shown in drawing 2, saturation magnetic flux density increases from 5at(s)% notably, nitrogen volume serves as the maximum at 11at(s)%, and it is Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> mostly. It becomes saturation magnetic flux density closely. The nitriding iron to which saturation magnetic flux density was made to increase is producible with this condition. Moreover, it is N<sup>+</sup> in addition to this method. There is the method of accelerating ion electrically and driving in into Fe film, and the same effect is acquired also by this method. By these methods, the effect of saturation-magnetic-flux-density elevation is acquired by the nitriding treatment of about 1 hour. Moreover, nitrogen has invaded into homogeneity from the film front face from analysis of the nitrogen content cloth of the depth direction. Moreover,

thickness of a nitriding iron portion can be set to about 500nm. For this reason, it is utilizable as the perpendicular magnetic head. Moreover, the saturation magnetic flux density of the produced nitriding iron is changed by changing the conditions of plasma nitriding less than [ more than  $1.7 \times 10^4 \text{G}$   $2.9 \times 10^4 \text{G}$  ]. The saturation magnetic flux density of this nitriding iron is about 1.5 of FeSi more than the double precision of a permalloy. It becomes a twice as many value as this, and sufficient magnetic field can be generated also in a main pole excitation method.

[0006] On the other hand, corrosion resistance is in one of the properties important as a head material. By forming Fe by the super-high grade using IBD (ion beam vacuum evaporatio~~no~~) about this, there is the method of producing corrosion resistance high Fe film, and this can be used. This is the method of ionizing Fe, accelerating, carrying out mass separation in electromagnetism by passing the inside of a magnetic field, and forming a specific element on a substrate. Fe<sub>4</sub>N which is a kind of nitriding iron on the other hand If it attaches, it is hard and corrosion resistance is higher than Fe. Therefore, it is [ changing plasma conditions in nitriding treatment, and ] Fe<sub>4</sub>N partially. It can carry out. Thus, it is possible to produce the magnetic pole of the perpendicular magnetic head using nitriding iron.

[0007]  
[Function] the magnetic head of the magnetic substance which turned the magnetic pole in the perpendicular direction for the perpendicular magnetic head to the medium side, and the perpendicular magnetization method which becomes this from the coil made to generate a magnetic field -- setting -- as the material of the aforementioned magnetic-substance section -- N -- less than [ more than 8.0at%12.0at% ] -- it is characterized by using the nitriding iron to contain

[0008] The saturation magnetic flux density in a room temperature is less than [ more than  $2.2 \times 10^4 \text{G}$   $2.9 \times 10^4 \text{G}$  ], and the production method of high saturation-magnetic-flux-density nitriding \*\*\*\* used as a perpendicular magnetic-head material of the above-mentioned publication is characterized by producing by the method of nitriding Fe film which formed membranes beforehand.

[0009]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained.

[0010] this invention relates to using the nitriding iron which has huge saturation magnetic flux density in the portion in [ 1-1 ] drawing in a vertical-magnetic-recording head as shown in drawing 1 , and the method of producing such nitriding iron.

[0011] First, the method of producing this nitriding \*\*\*\* is described. Fundamentally, the method of nitriding Fe film is used. The nitriding method has plasma nitriding and an ion implantation method. Hereafter, these nitriding methods are shown. First, Fe film was produced on InGaAs, GaAs, MgO, glass, and Si substrate by 100nm or more thickness 600nm or less. The substrate performed heat treatment for 5 minutes about 550 degrees in the vacuum tub of ten to 5 Pa about InGaAs and GaAs, after carrying out washing processing. The film production method is the film produced by methods, such as vacuum evaporatio~~no~~, a spatter, and IBD. In detail, it is as being shown in Table 1. An ion beam vacuum deposition (the IBD method) is the method of forming membranes by 10 - 6 or less Pa of degree of vacuums, and 10eV or more ion energy 100eV or less, and can produce corrosion resistance good Fe film. Here, 56Fe films produced by ten to 6 Pa and 50eV were used.

[0012]

[Table 1]

表 1

基 板	膜厚( n m )	作製法
In <sub>0.2</sub> Ga <sub>0.8</sub> As(001)	200	MBE
GaAs (001)	350	MBE
MgO (001)	400	MBE
Si (001)	100	IBD
ガラス	550	スパッタ

[0013] The method of plasma nitriding is N<sub>2</sub>. The method of placing Fe film into plasma atmosphere was used. The ultimate vacuum of a plasma generator is about 10 - 4Pa. N<sub>2</sub> As for the generating conditions of plasma, N<sub>2</sub> gas pressure of an output is less than [ more than 400W800W ] in 10 - 2 or more-Pa 101Pa or less. Like drawing 3 , the place on which Fe film is put on the large part of the magnetic field inclination on the front face of an insulator on the electrode for plasma generating, and the sample is put, and the anode located on the about 10cm have the potential

difference of 200V. Although Fe film sample temperature changes by the plasma output, it is 200 degrees C or less. The nitriding time dependency of magnetization of a nitride is shown in drawing 4 . It is enough to perform nitriding from this result for about 1 hour. A plasma output shows the gas pressure dependency of the saturation magnetic flux density in 400W, 600W, and 800W to drawing 5 . As shown in drawing, it turns out with one to 2 Pa gas pressure that saturation magnetic flux density  $B_s$  takes the maximum. Moreover, it is dependent on the output of plasma and the value of saturation magnetic flux density used as the maximal value serves as the maximum at the time of 800W. Moreover, saturation magnetic flux density will decrease, if gas pressure increases. This is small Fe<sub>3</sub>N of saturation magnetic flux density stable in crystal in nitriding iron and. It thinks because it generated. The saturation magnetic flux density to the nitrogen volume in a film is expressed to drawing 2 . As shown in this drawing, nitrogen volume increases saturation magnetic flux density from 5at(s)% notably, and it becomes the maximum at 11at(s)%, and is Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> mostly. It becomes saturation magnetic flux density closely. In the field below more than 11at%12at%, saturation magnetic flux density tends to fall rapidly. That is, the saturation magnetic flux density in a room temperature becomes less than [ more than  $2.2 \times 10^4$  G  $2.9 \times 10^4$  G ] in the field below more than 11at%12at% by VSM (oscillating sample type magnetometer). If it becomes the nitrogen content beyond this, saturation magnetic flux density will be equivalent to Fe, or will become less than [ it ]. This is for Fe<sub>3</sub>N described above to generate preferentially.

[0014] As the method of nitriding, it is N<sup>+</sup> in addition to the nitriding by plasma. There is the method of accelerating ion electrically and driving in into Fe. Nitriding treatment can be performed about Fe of arbitrary thickness by adjusting acceleration voltage by 50-150keV about this. Moreover, the number of nitrogen ion per unit area (a dose, ions/cm<sup>2</sup>) is controllable. It is N<sup>+</sup> to drawing 6 . The rise of the saturation magnetization of nitriding \*\*\*\* to the dose of ion is shown. A dose is between 1013-1015, and it has become that saturation magnetization is going up all over drawing, when N of a 11at(s)% amount enters to Fe. Such a film changes to Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> with 200-degree C heat treatment among a vacuum.

[0015] The head of the configuration shown in drawing 1 using nitriding \*\*\*\* of 400nm of thickness produced by such method was produced. NiFe was used for up core material. The portion of NiFe takes the structure which enlarged thickness and made loss of the amount of magnetic flux smaller than nitriding \*\*\*\*.

[0016]

[Effect of the Invention] The perpendicular magnetic head produced by this invention uses nitriding \*\*\*\* with high saturation magnetic flux density for material, and can perform writing effective in high-density record.

---

[Translation done.]

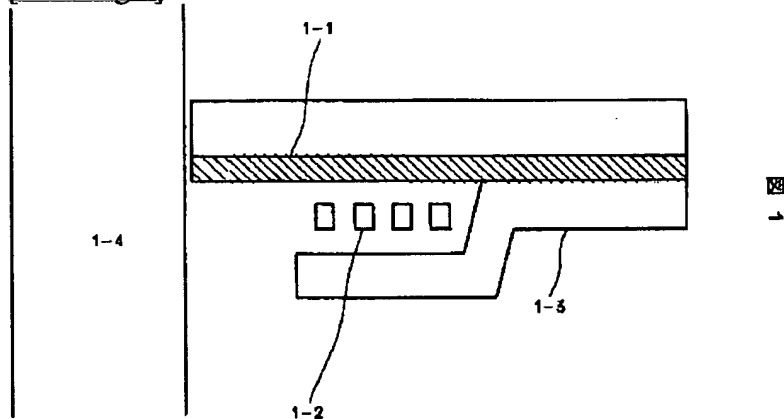
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

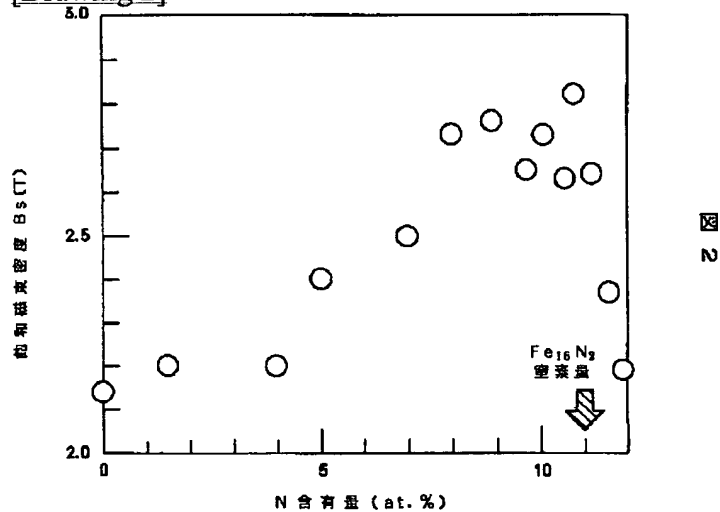
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

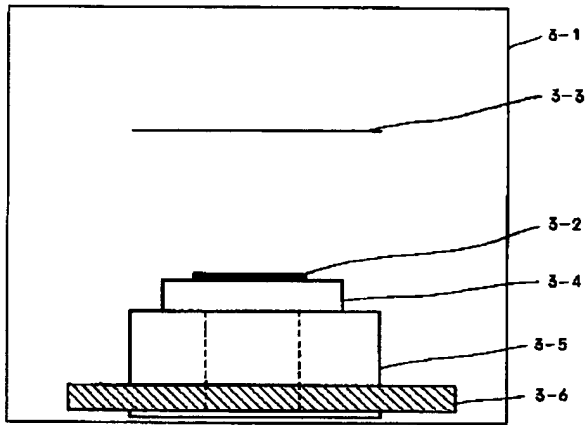


[Drawing 2]



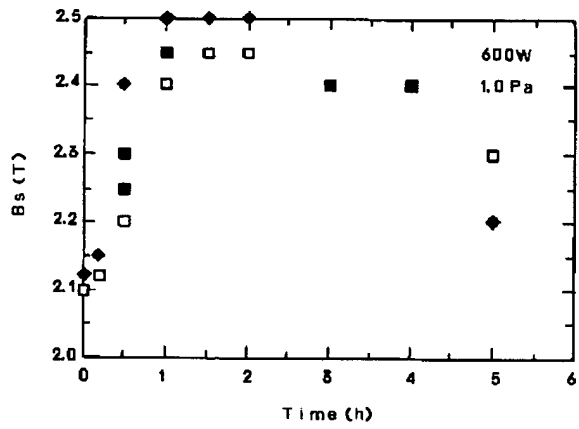
[Drawing 3]

图 3



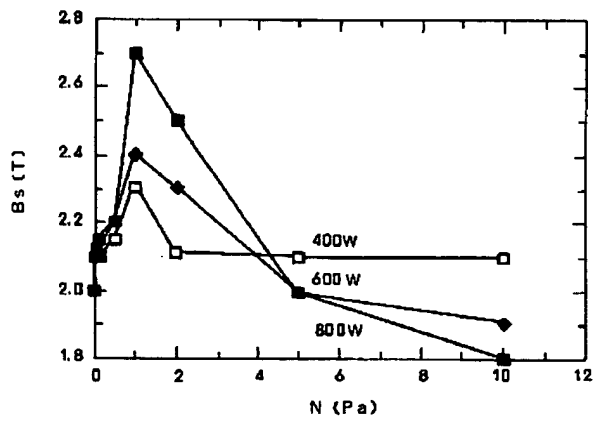
[Drawing 4]

图 4



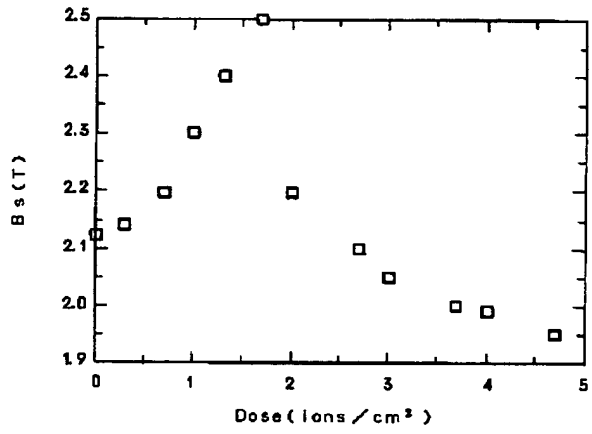
[Drawing 5]

图 5



[Drawing 6]

Fig. 6



---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 2 7 4 8 1 1

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 9 月 30 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	5/127	B 7303 - 5 D		
	5/31	C 8947 - 5 D		
H 0 1 F	10/16			

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 5-58389

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 3 月 18 日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 高橋 宏昌

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 光岡 勝也

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 小室 又洋

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

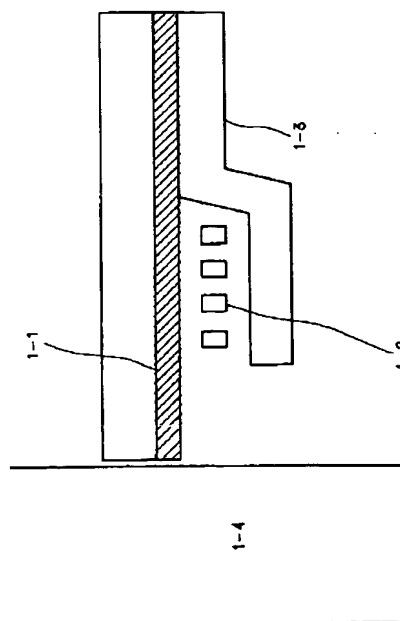
(54) 【発明の名称】 垂直磁気ヘッド

(57) 【要約】

【構成】媒体面に対して垂直な方向に磁極を向けた磁性体および、これに磁場を発生させるコイルからなる垂直磁化方式の磁気ヘッドにおいて、磁性体部の材料として窒素を 5.0 at % 以上 12.0 at % 未満含有する窒化鉄を用いることを特徴とする垂直磁気ヘッド。および、この垂直磁気ヘッド材料に用いる窒化鉄は、室温における飽和磁束密度が  $2.2 \times 10^4$  G 以上  $2.9 \times 10^4$  G 未満であり、予め成膜した Fe 膜を窒化させる方法で作製する。

【効果】飽和磁束密度の大きい磁性体を用いることで高密度記録が可能となる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】媒体面に対して垂直な方向に磁極に向けた磁性体および、磁場を発生させるコイルからなる垂直磁気記録方式の磁気ヘッドにおいて、前記磁気ヘッドの磁性体部の材料として窒素を5.0at%以上12.0at%未満を含有する窒化鉄を用いることを特徴とする垂直磁気ヘッド。

【請求項2】請求項1において、前記垂直磁気ヘッド材料として用いる窒化鉄は、Fe膜を窒化させる方法で作製し、室温での飽和磁束密度が $2.2 \times 10^4 \text{G}$ 以上 $2.9 \times 10^4 \text{G}$ 未満である高飽和磁束密度窒化鉄膜作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、記録用磁気ヘッドに係り、特に、製造が容易で記録密度を高くすることが可能な主磁極材料を用いた垂直磁気記録用磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、磁気記録方式には記録媒体面に水平な方向の記録媒体の残留磁化を信号として利用する水平磁化方式と、これに垂直な方向の残留磁化を用いる垂直磁化方式がある。前者はひろく一般に用いられている方法である。後者は、磁極を直接コイルで磁化する主磁極励磁方式および、基板の裏側から補助磁極を用いて磁場を発生する補助磁極励磁方式の2種類があり、これらの方式に関し多数の発明がある。高い飽和磁束密度を利用した磁気記録用ヘッドは第16回日本応用磁気学会公演概要集(1992年)のP219に示されるようなFeSi系の主磁極を用いたものがある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の発明による垂直磁気ヘッドには、主磁極材料としてNi-Feなどの材料が用いられている。また、上述した2種類の垂直磁気記録の方式について、主磁極励磁方式が書き込み効率が良いが主磁極が磁氣的に飽和するため大きな磁場を発生できない。一方、補助磁極励磁方式は大きな磁場を発生しやすいが書き込み効率や速度の点で劣るという短所をもつ。これは、上述したFeSi系の場合も同様である。

【0004】本発明の目的は、主磁極材料により大きな磁場を発生できる材料を用いることによって主磁極励磁方式においても大きな磁場を発生できるようにし、書き込み効率を向上させた磁気ヘッドを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明では、図1に示すような垂直磁気ヘッドの主磁極先端部に大きな磁場を発生させるため、飽和磁束密度の大きい材料を主磁極材料に用いる。このような物質としてFeに窒素を化合させ

た物質(以下窒化鉄、Fe-Nと表す)を用いる。窒化鉄の中で高い飽和磁束密度を持つものにFe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>がある。この物質は飽和磁束密度が室温で約 $2.9 \times 10^4 \text{G}$ あり、現存する物質で最も大きい。しかし、この物質はInGaAsやMgOという特定の基板上に非常にゆっくりと(0.1A/sec以下)蒸着するか、超高真空中で数十時間に及ぶ長時間の熱処理を要する。しかし、この物質の作製法についてFeを窒素のプラズマ中にいれると、適当な基板温度、プラズマ出力、真空度において従来の作製法と比較して短時間でFe膜を窒化することができる。膜中の窒素量はXPSに依って測定出来る。これに依ると、図2に示すように、窒素量が5at%から顕著に飽和磁束密度は増加し11at%で最大となりほぼFe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>の飽和磁束密度に近くなる。この条件により、飽和磁束密度を増加させた窒化鉄を作製することができる。また、この方法以外にN<sup>+</sup>イオンを電氣的に加速してFe膜中に打ち込む方法があり、この方法でも同様の効果が得られる。これらの方法では、1時間程度の窒化処理で飽和磁束密度上昇の効果が得られる。また、深さ方向の窒素分布の分析より、窒素は膜表面から均一に侵入している。また、窒化鉄部分の膜厚を500nm程度にすることができる。このため垂直磁気ヘッドとして実用化可能である。また、作製した窒化鉄の飽和磁束密度はプラズマ窒化の条件を変化させることで $1.7 \times 10^4 \text{G}$ 以上 $2.9 \times 10^4 \text{G}$ 以下で変化させられる。この窒化鉄の飽和磁束密度はパーマロイの2倍以上、FeSiの約1.5倍の値となり、主磁極励磁方式においても十分な磁場を発生できる。

【0006】他方、ヘッド材料として重要な性質の一つに耐食性がある。これに関してはFeをIBD(イオンビーム蒸着)を用いて超高純度で成膜することにより耐食性の高いFe膜を作製する方法があり、これを利用できる。これは、Feをイオン化し加速し、磁場中を通過させることで電磁氣的に質量分離し、特定の元素を基板上に成膜する方法である。一方、窒化鉄の一種であるFe<sub>4</sub>NについてはFeよりも硬く、耐食性が高い。よって、プラズマ条件を窒化処理中で変化させることで部分的にFe<sub>4</sub>Nにすることができる。このようにして窒化鉄を用いた垂直磁気ヘッドの磁極を作製することが可能である。

## 【0007】

【作用】垂直磁気ヘッドを媒体面に対して垂直な方向に磁極に向けた磁性体および、これに磁場を発生させるコイルからなる垂直磁化方式の磁気ヘッドにおいて、前記磁性体部の材料としてNを8.0at%以上12.0at%未満含有する窒化鉄を用いることを特徴とする。

【0008】上記記載の垂直磁気ヘッド材料として用いる高飽和磁束密度窒化鉄膜の作製方法は、室温における飽和磁束密度が $2.2 \times 10^4 \text{G}$ 以上 $2.9 \times 10^4 \text{G}$ 未満であり、予め成膜したFe膜を窒化させる方法で作製す

ることを特徴とする。

【0009】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

【0010】本発明は、図1に示すような垂直磁気記録ヘッドにおいて図中1-1の部分に巨大飽和磁束密度を持つ窒化鉄を用いること、及びこのような窒化鉄の作製法に関する。

【0011】まず、本窒化鉄膜の作製法について述べる。基本的には、Fe膜を窒化する方法を用いる。窒化方法は、プラズマ窒化法およびイオン打ち込み法がある。以下、これらの窒化方法を示す。まず、Fe膜はInGaAs, GaAs, MgO, ガラス, Si基板上に\*

表 1

基 板	膜厚(nm)	作製法
In <sub>0.2</sub> Ga <sub>0.8</sub> As(001)	200	MBE
GaAs(001)	350	MBE
MgO(001)	400	MBE
Si(001)	100	IBD
ガラス	550	スパッタ

【0013】プラズマ窒化の方法は、N<sub>2</sub>プラズマ雰囲気中にFe膜を置く方法を用いた。プラズマ発生装置の到達真空度は10<sup>-4</sup>Pa程度である。N<sub>2</sub>プラズマの発生条件は、N<sub>2</sub>ガス圧が10<sup>-2</sup>Pa以上10<sup>1</sup>Pa以下で出力は400W以上800W以下である。図3のように、Fe膜はプラズマ発生用の電極上の絶縁物表面の磁場勾配の大きい部位に置かれ、試料が置いてある場所とその約10cm上に位置するアノードとは200Vの電位差がある。Fe膜試料温度はプラズマ出力によって変わるが、200℃以下である。窒化膜の磁化の窒化時間依存性を図4に示す。この結果から、窒化は約1時間行うことで十分である。プラズマ出力が400W, 600W, 800Wにおける飽和磁束密度のガス圧依存性を図5に示す。図のようにガス圧1-2Paで飽和磁束密度Bsは極大を取ることがわかる。また、極大値となる飽和磁束密度の値はプラズマの出力に依存しており800Wの時に最大となる。また、飽和磁束密度はガス圧が増すと減少する。これは窒化鉄中に結晶的に安定で且つ飽和磁束密度の小さいFe<sub>3</sub>Nが生成したためと考えられる。図2に膜中の窒素量に対する飽和磁束密度を表す。この図が示すように窒素量が5at%から顕著に飽和磁束密度は増加し11at%で最大となりほぼFe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>の飽和磁束密度に近くなる。11at%以上12at%未満の領域では飽和磁束密度は急激に低下する傾向にある。すなわち、VSM(振動試料型磁力計)により、室温での飽和磁束密度は11at%以上12at%未満の領域では2.2×10<sup>4</sup>G以上2.9×10<sup>4</sup>G未満にな

\*100nm以上600nm以下の膜厚で作製した。基板は洗浄処理した後、InGaAs, GaAsについては、10<sup>-5</sup>Paの真空槽中で約550度、5分間の熱処理を行った。膜作製方法は、蒸着、スパッタ、IBD等の方法で作製した膜である。詳しくは、表1に示す通りである。イオンビーム蒸着法(IBD法)は、真空度10<sup>-6</sup>Pa以下、10eV以上100eV以下のイオンエネルギーで成膜する方法で、耐食性の良いFe膜が作製できる。ここでは10<sup>-6</sup>Pa, 50eVで作製した<sup>56</sup>Fe膜を用いた。

【0012】

【表1】

る。これ以上の窒素含有率になると飽和磁束密度はFeと同等かそれ以下になる。これは、前に述べたFe<sub>3</sub>N等が優先的に生成するためである。

【0014】窒化の方法として、プラズマによる窒化以外にN<sup>+</sup>イオンを電氣的に加速してFe中に打ち込む方法がある。これについては加速電圧を50-150keVで調整することで任意の膜厚のFeについて窒化処理を行うことができる。また、単位面積当たりの窒素イオン数(ドーズ量、ions/cm<sup>2</sup>)を制御することができる。図6にN<sup>+</sup>イオンのドーズ量に対する窒化鉄膜の飽和磁化の上昇を示す。図中で飽和磁化が上昇しているのはドーズ量が10<sup>13</sup>-10<sup>15</sup>の間であり、Feに対して11at%の量のNが入った場合になっている。このような膜は、真空中200℃の熱処理でFe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>に変化する。

【0015】このような方法で作製した膜厚400nmの窒化鉄膜を用いて図1にある形状のヘッドを作製した。上部コア材にはNiFeを用いた。NiFeの部分は窒化鉄層よりも膜厚を大きくし磁束量の損失を小さくした構造を取る。

【0016】

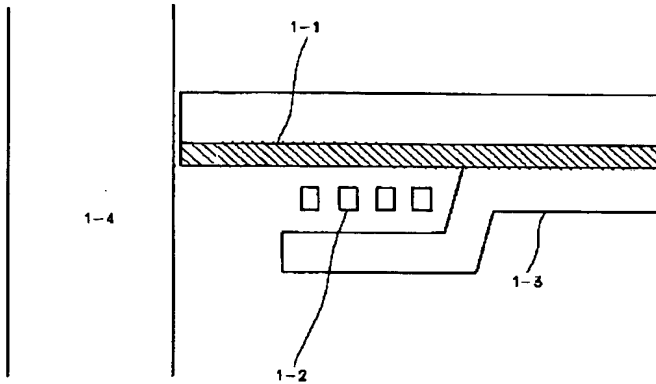
【発明の効果】本発明により作製した垂直磁気ヘッドは、材料に高い飽和磁束密度を持つ窒化鉄膜を用いており、高密度記録に有効な書き込みを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】窒化鉄膜を用いた垂直記録型磁気ヘッドの説明図。

- 【図 2】膜中窒素量と飽和磁束密度特性図。  
 【図 3】プラズマ窒化処理装置の説明図。  
 【図 4】飽和磁束密度の窒化処理時間変化の説明図。  
 【図 5】飽和磁束密度のガス圧依存性の特性図。

【図 1】

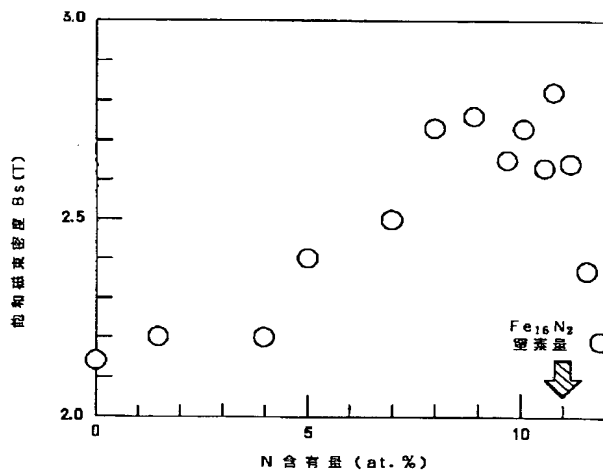


- 【図 6】飽和磁束密度のドーズ量依存性の特性図。

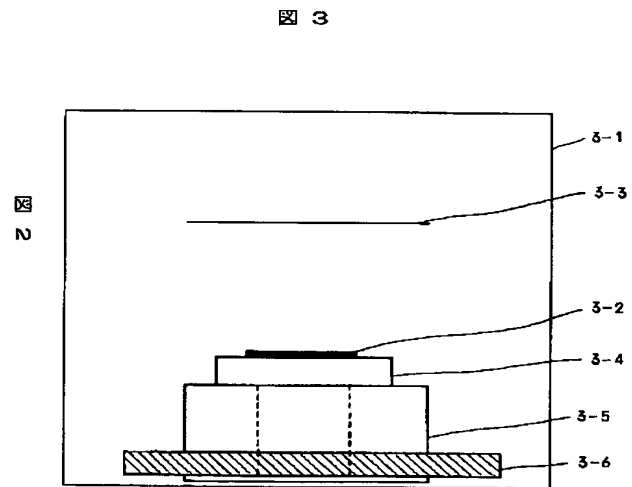
【符号の説明】

1 - 1 … 窒化鉄膜部分、1 - 2 … コイル、1 - 3 … Ni Fe 膜、1 - 4 媒体。

【図 2】

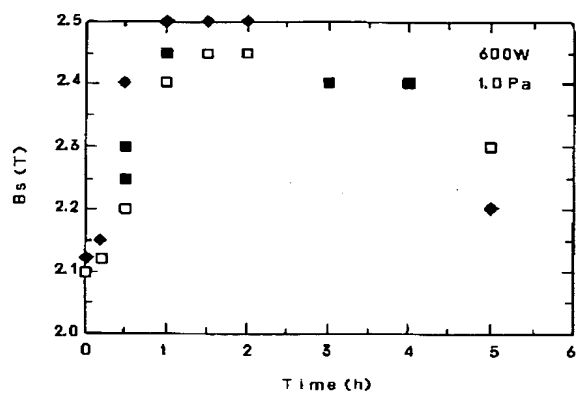


【図 3】



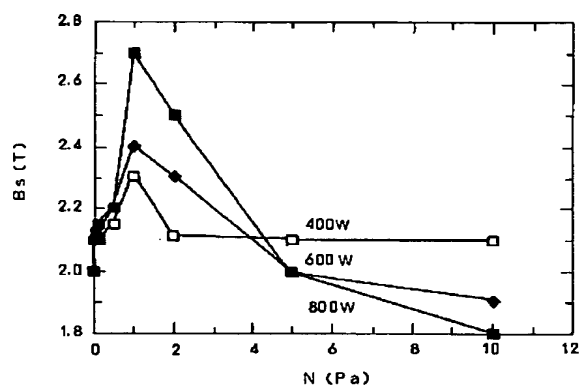
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



【図 6】

図 6

